

Juego serio de realidad virtual para acercar figuras importantes de la historia de la Informática

Mariano Mazza¹, Cecilia Sanz^{2,3}, Verónica Artola²

¹ Facultad de Informática Universidad Nacional de La Plata,
La Plata, Argentina

² Instituto de Investigación en Informática LIDI, CIC, Facultad de Informática, UNLP

³ Investigador Asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. De Buenos Aires
{csanz, vartola}@lidi.info.unlp.edu.ar

Abstract. En este trabajo se presenta un juego serio de realidad virtual para dispositivos móviles, llamado Innovática, que tiene como objetivo educativo acercar algunas figuras centrales en la historia del desarrollo de la Informática. Innovática ha sido diseñado y desarrollado a partir de la consideración de un conjunto de heurísticas creadas para el desarrollo de juegos serios que sirvieron de guías desde el momento de definir el concepto de este juego. Se presentan aquí las consideraciones y guías de diseño abordadas en el proceso de diseño, así como la descripción de Innovática y su aplicación a docentes y estudiantes con los primeros resultados parciales obtenidos. Los participantes han mostrado gran interés en Innovática, destacando su preferencia por la historia de algunas figuras con relatos que desconocían. El juego cumplió su objetivo en este sentido, ya que logró acercar algunos relatos sobre los personajes y darlos a conocer.

Keywords: realidad virtual, juego serio, innovadores de la Informática.

1 Introducción

Los juegos serios son aquellos que tienen un objetivo caracterizante que va más allá del entretenimiento. En general, plantean un objetivo educativo o de entrenamiento [1], [2]. En la actualidad se encuentran numerosas investigaciones vinculadas al uso de este tipo de juegos en contextos educativos [3], [4]. En estos trabajos se analizan los efectos de los juegos serios sobre la motivación de los estudiantes, el aprendizaje, el rendimiento académico, y las actitudes, entre otros.

Al mismo tiempo, la realidad virtual constituye un paradigma de interacción que ofrece una inmersión del usuario en un entorno virtual. La inmersión puede ser parcial o completa, de acuerdo al tipo de realidad virtual que se esté implementado. Esto se vincula con los sentidos involucrados y estimulados durante el uso de sistema de realidad virtual, y los dispositivos físicos de entrada salida que se utilicen. “Dependiendo del grado de identificación e involucramiento del usuario en el sistema, puede pasarse de una interactividad o simulación débil –como, por ejemplo, la de la

imagen ficticia como construcción intencional de estructuras que tienen una experiencia real limitada, a la de los juegos, en la que el usuario mantiene la conciencia de su no-veracidad-, a una simulación fuerte o ficción, hecho que puede ser experimentado aisladamente o ser compartido por otros observadores que se encuentren en el mismo espacio ficcional” [5]. La investigación sobre las posibilidades de la realidad virtual para el ámbito educativo es un tema vigente [6], a lo que se suma su combinación con los juegos serios, dando lugar así a trabajos que ponen el foco en el diseño, desarrollo y evaluación de juegos serios educativos basados en realidad virtual [7], [8].

Este trabajo aborda esta temática en la que se estudian las posibilidades de los juegos serios basados en realidad virtual. Se explican los componentes considerados para el diseño del juego serio Innovática, los modelos de interacción seleccionados para la realidad virtual, y se analizan los resultados respecto de la usabilidad y la experiencia de un grupo de 14 usuarios (docentes y estudiantes) con este juego.

De aquí en más este trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2, se presentan algunas definiciones y componentes considerados para el diseño de juegos serios basados en realidad virtual, en la sección 3 se presentan algunos antecedentes de este tipo de juegos para contextos educativos, y en la sección 4 se describe el juego Innovática. Luego, la sección 5 presenta la evaluación llevada a cabo para estudiar la usabilidad y la experiencia de juego con Innovática, para finalmente presentar los resultados y las conclusiones del trabajo.

2 Realidad virtual y juegos serios

Las tecnologías de realidad virtual, están siendo utilizadas en escuelas y universidades alrededor del mundo [9]. Se insertan cada vez más en el sistema educativo debido a los beneficios que aportan, por ejemplo, permiten al estudiante no sólo conocer ciertas temáticas sino además vivenciarlas, a partir de experiencias que hasta podrían sólo existir en la imaginación del individuo. Es por esto, que se puede explotar este potencial y despertar interés en temas importantes, a partir de la riqueza de la experiencia virtual multisensorial, que además puede lograr que el aprendizaje resulte significativo. La realidad virtual es una tecnología especialmente adecuada para contextos educativos, debido a su facilidad para captar la atención de los estudiantes mediante su inmersión en mundos virtuales relacionados con las diferentes ramas del saber, lo que puede ayudar en el aprendizaje de los contenidos de cualquier materia. Al mismo tiempo, este tipo de herramientas puede emplearse también con el fin de promover el desarrollo de competencias con tecnologías digitales, lo que es requerido como una competencia necesaria en este siglo [10], [21]. Más allá de las posibilidades de la realidad virtual, cuando se diseña un sistema con este paradigma de interacción, requiere atender a ciertas variables importantes para alcanzar los objetivos esperados. Aspectos como: la inmersión, el sentido de presencia, la calidad de las imágenes de las escenas, la interactividad, los tipos de sentidos involucrados, y las formas de interacción planteadas influyen en la experiencia del usuario y en el logro de los objetivos que se proponen con el sistema [11], [12].

Por parte del diseño de juegos serios, se debe atender a diversos componentes también. Estos se ven limitados por reglas establecidas por la jugabilidad y ponen un límite a las acciones del jugador, que a su vez lo guían en una dirección, buscando llevarlo a cumplir un objetivo; en un contexto en el que el jugador mismo desee alcanzarlo [5]. Estos objetivos son llevados a cabo en un escenario dentro del cual se desarrollan las acciones. En estos escenarios el jugador puede encontrar distintos personajes que pueden cumplir la función de ser aliados y ayudarlos en su recorrido o cumplir el rol de enemigos y buscar así ser un desafío que el jugador debe superar. Una vez alcanzados los objetivos el jugador suele pasar a un siguiente nivel, normalmente de una mayor dificultad. Esto causa el progreso de una historia que guía la experiencia de juego, historia con la que las mecánicas se adaptan a un entorno de cierta verosimilitud [13]. Esta historia son los hechos que hilan y dan sentido a los eventos que se desarrollan, aquellos por los que pasa el jugador. A su vez la historia cuenta con una narrativa que determina cómo se relatan los sucesos descritos en la historia a lo largo del videojuego [13]. Así, la historia con su narrativa, y las mecánicas, son componentes que afectan a la jugabilidad.

Cuando se diseña un juego serio de realidad virtual, se deben definir inicialmente los objetivos del juego, que van más allá del entretenimiento. Tanto la historia como las mecánicas deben orientarse a alcanzar un equilibrio entre el entretenimiento y el logro educativo. Además, al tratarse de un juego con realidad virtual se deben considerar aspectos importantes a la hora del diseño, tales como la inmersión del estudiante, el sentido de presencia en el entorno simulado, la consideración de cuánto realismo se quiere lograr, qué emociones movilizar, qué interactividades serán parte de la experiencia, retroalimentaciones de interés para el aprendizaje, tiempos del juego, entre otros aspectos de interés. Es por esto que se está trabajando en el desarrollo de metodologías para este tipo de sistemas específicos que tienen la característica de ser juegos serios de realidad virtual [14]. En este contexto una de los conceptos clave en el diseño es la jugabilidad. Se trata de un término empleado en el diseño y análisis de juegos que describe la calidad del juego en términos de sus reglas de funcionamiento y de su diseño como juego. Se refiere a todas las experiencias de un jugador durante la interacción con sistemas de juegos. Puede ser definido también como aquello que hace que un juego resulte fácil y divertido de usar, poniendo énfasis en el estilo interactivo y en la calidad del *gameplay*¹ estando afectado éste por la usabilidad, la narrativa e historia, la intensidad interactiva, el grado de realismo, etc. [14], [15], [20]. Varios autores han presentado heurísticas relacionadas con el diseño de la jugabilidad y también para su evaluación. Algunos se han basado en el modelo de procesamiento descrito por [16], que establece una separación entre los mecanismos afectivos y cognitivos por medio de los cuales los seres humanos interactúan con sus medios, y que también es tomado como base para el diseño emocional. Este modelo considera tres niveles de procesamiento: visceral (bajo), conductual (intermedio) y reflexivo (alto). El visceral que forma parte de la naturaleza humana, del jugador en este caso, y se genera automáticamente a partir del estímulo de los sentidos; el conductual que se da como parte del comportamiento humano en

¹ Se toma el texto de [13] donde se lo define como la dinámica de las acciones que ocurren cuando un jugador juega al juego, y se manifiesta cuando el usuario interactúa con las mecánicas del videojuego.

general y que puede fomentarse a partir de las acciones y consecuencias de éstas durante el proceso de juego; mientras que el reflexivo constituye una capa superior, que influye en el nivel conductual a mediano y largo plazo. En el caso de los juegos, se puede trabajar a partir de los pensamientos y recuerdos que el jugador tiene, activa otras habilidades del pensamiento. De esta forma cuando se diseña el juego, de acuerdo a sus objetivos, se puede buscar estimular los tres niveles de procesamiento para alcanzarlos y equilibrar objetivos educativos y de entretenimiento. En este trabajo se han considerado estos aspectos y también las dimensiones y heurísticas presentadas en [13]. Las dimensiones son: jugabilidad intrínseca, mecánica, interactiva, artística, personal y social. En la sección 4 se explicarán la forma en que fueron utilizadas para el diseño de Innovática.

3 Antecedentes de juegos serios de realidad virtual

En esta sección se presentan algunos antecedentes de juegos serios que se basan en realidad virtual.

Se estudió el caso de Labster que es un laboratorio de RV que busca incentivar a los estudiantes en el proceso educativo, mediante un acercamiento innovador a la enseñanza de las ciencias. Sus creadores se basaron en la idea de utilizar simuladores, y esto resultó en el desarrollo de laboratorios virtuales. En estos laboratorios, los estudiantes pueden realizar experimentos con resultados similares a lo que sucedería en un laboratorio real. En [17], se describe la utilización de Labster en dos casos de estudio en una universidad. Los resultados muestran que los estudiantes alcanzaron los objetivos educativos de esta práctica y mostraron alto nivel de satisfacción durante la experiencia. Es un caso de realidad virtual parcial ya que solo se estimulan vista y oído y se utiliza la pc para una navegación del ambiente simulado.

Nefertari es un juego desarrollado por la compañía Experius VR para la PC, pensado para ser utilizado con un casco de realidad virtual. El juego busca que todos los alumnos en un mismo salón de clases puedan visitar la tumba de la reina Nefertari, apreciar las ilustraciones, los jeroglíficos en las paredes e informarse y aprender respecto a este lugar y la mitología egipcia mediante narraciones, superficies interactivas y exploración. El jugador debe introducirse en la experiencia mediante el uso de cascos de realidad virtual de alta gama, tales como el HTC Vive, Valve Index o el Oculus [18]. Estos cascos hacen un seguimiento detallado de la posición del jugador, los movimientos de su cabeza, su rotación, e inclinación de su cuerpo. Se trata de un caso de realidad virtual completa en la que se puede interactuar con todo el cuerpo. Se experimenta una inmersión completa en la tumba de Nefertari. El lugar está recreado tal como puede verse en la realidad, incluso se mantienen las imperfecciones en la superficie causadas por el pasar del tiempo. El equipo explicó que toda la iluminación fue creada dentro del motor gráfico en tiempo real y fue optimizada para la realidad virtual. Fue utilizado en la Universidad de Melbourne como una experiencia compartida por múltiples usuarios simultáneos en el mismo entorno virtual, todos representados por sus avatares [17].

En [19] se presenta un juego serio de realidad virtual, en el que se cuenta una historia. El trabajo destaca la importancia de la estructura de la historia en el contexto

educativo, citando investigaciones que indican su impacto en la retención y recuperación de los contenidos. El estudio de los autores se enfoca en analizar cómo impacta la estructura de la historia y las interactividades diseñadas en el aprendizaje de los estudiantes. Se utiliza el juego “*The Chantry*”, disponible para la plataforma de VR de PlayStation. La aplicación cuenta la historia Dr. Edward Jenner y su invento de la vacuna contra el virus de la viruela (<https://jennermuseum.com/>). Trabajan con estudiantes de primaria, y se analizan dos modos de recorrido, uno guiado y estructurado y otro de libre exploración. En las conclusiones se discute que mientras en el entorno guiado los estudiantes demuestran mayor retención de los conocimientos trabajados a través de las preguntas que se le realizan, en el segundo modo, manifiestan más sentido de presencia, más involucramiento con la experiencia.

Estos antecedentes resultan de interés pues recuperan aspectos centrales del diseño de los juegos serios de RV y sus posibilidades educativas. Mientras que el primer caso presenta un diseño de juego de RV parcial basado en un entorno 3D en la web, posibilita el logro de prácticas riesgosas en laboratorios de ciencias. Además, cuenta con un alto nivel de interactividad a través de la experiencia, con feedback en las diferentes posibilidades de acción que tiene el estudiante. En el segundo ejemplo, se rescata la gran calidad del ambiente generado con la realidad virtual, lo que ha dado lugar a una inmersión casi como si se estuviera en el lugar físico de la tumba de Nefertari. En el tercer caso analizado, se atiende al componente de la historia, y su modo de interacción con ésta: libre o guiada, y cómo impactan en la actitud y el aprendizaje.

4 Descripción de Innovática

Innovática (Innovadores de la Informática) es un juego serio de realidad virtual basado en dispositivos móviles, creado en el marco de un trabajo de grado de la Facultad de Informática de la UNLP, y se enmarca en los temas de un proyecto de investigación e innovación del III LIDI, dentro de la misma facultad. Su objetivo educativo se centra en acercar a figuras importantes de la historia de la Informática a jóvenes. Específicamente se orienta a estudiantes de los últimos años de secundaria y primeros años de la universidad, de manera tal de vincularlos, más afectivamente, con estas figuras que han sido innovadores de la Informática. Al mismo tiempo, el objetivo del juego es reparar una anomalía de tiempo – espacio, que ha provocado afectar la historia de la Informática. El estudiante así se vuelve un protagonista de esta historia, y debe reparar hechos históricos de los personajes viajando a través de portales, y accediendo a los contextos específicos de estas figuras.

Como aspectos centrales del diseño de Innovática se consideró: la creación de historia, las mecánicas para alcanzar los objetivos del juego, el recorrido de una forma semiestructurada, con ciertos aspectos guiados y otros libre para lograr un mayor involucramiento y retención de información, la inclusión de feedback e información para el aprendizaje, y un premio al final de recorrido completo (como un aspecto de motivación para el cierre del juego). Los contextos de cada personaje se planificaron para que se acercaran a la situación real, aunque son simulados.

En cuanto a su implementación, fue desarrollada en Unity 2019.3.0f6. Se ha compilado para dispositivos Android y requiere contar con acelerómetro y giroscopio en el celular donde se ejecute, para que se detecten los movimientos de la cabeza del jugador. La aplicación estará disponible próximamente en Google Play.

A continuación se describen más detalladamente algunos aspectos contemplados para el diseño de este juego.

4.1 Heurísticas y aspectos del diseño considerados

Para el diseño se utilizaron las heurísticas de jugabilidad presentadas en [13]. Se consideraron las dimensiones de jugabilidad: intrínseca, mecánica, interactiva, artística y personal aportadas por este autor. Para cada una se analizaron como atributos: la satisfacción, el aprendizaje, la efectividad, inmersión, motivación, emoción y el aspecto social o de vinculación con otros. Esto se llevó a cabo instrumentalizándolo con una tabla. La figura 1 muestra solo una de las dimensiones como ejemplo. Allí también se destacan las decisiones relacionadas con las emociones y estímulos relacionados a los tres niveles presentados por [16].

Tabla 1. Ejemplo de la tabla usada en este caso para la jugabilidad intrínseca y sus atributos.

Atributos	Aspectos de diseño según atributo
Satisfacción	Se involucra al estudiante como protagonista de la historia. Tiene un rol activo resolviendo la anomalía espacio tiempo y salvando la historia de la Informática. Se combinan hechos reales con la ficción.
Aprendizaje	La historia guía al estudiante para ir a salvar una parte de la historia de personajes destacados de la Informática, como Babbage, y Ada. Cuando viaja a través de portales experimenta anécdotas/situaciones que formaron parte de la vida de estas figuras, conoce sus contextos, lugares de trabajo o de sus casas. Al resolver la anomalía, regresa al punto actual y conoce información de algunas ideas innovadoras y aportes de estos personajes a la historia de la Informática.
Efectividad	El recorrido completo se cumple en un tiempo máximo de 15 minutos, para respetar aspectos de la atención del estudiante. La experiencia de aprendizaje y el entretenimiento se combinan a través de la resolución de desafíos simples, con relatos que acercan a los personajes de una manera más afectiva. La historia es parcialmente guiada, con posibilidad de elección de qué salas recorrer.
Inmersión	Se utilizan gafas de RV con dispositivos móviles que provocan que el estudiante esté inmerso visual y auditivamente en la historia. El recorrido se realiza a través de movimientos de la cabeza y no se requiere de otro dispositivo. La calidad del audio y de las imágenes aporta a la inmersión, así como también el involucramiento en primera persona del estudiante como protagonista de la historia.

Motivación	Para alcanzar la motivación del estudiante, se planificó un alto grado de interactividad, acciones como el cruce de los portales, los entornos de cada personaje, sus anécdotas, la exploración de los objetos de estos personajes, el premio obtenido al reparar algún invento del personaje en cuestión, y el cierre de la historia con un feedback afectivo. Además la propia historia y la atención a los 3 niveles de procesamiento del modelo de [13].
Emoción	Sorprende al inicio de la historia cuando se presenta la anomalía. Alegría cuando se logra resolver cada desafío (nivel visceral). En la resolución de los desafíos, se espera a través de una exploración semiguía o semiestructurada, conducir al estudiante para conocer alguna vivencia o anécdota de uno de los personajes. Luego de reparar cada desafío se espera alcanzar un nivel más reflexivo, a partir de un relato específico sobre los aportes de ese personaje a la historia de la Informática.

4.2 La historia

La historia del juego Innovática inicia en un museo, en el que el estudiante participante se encuentra con un robot que, a través de sus movimientos y sus relatos en audio, lo orienta en el recorrido. El robot presenta inicialmente la posibilidad de ir a tres salas, cada una de las cuales introduce la historia de algunas figuras destacadas de la historia de la Informática. Se tiene libertad de elegir cualquier sala, aunque la numeración de la sala (1, 2 y 3), invita a hacer un recorrido cronológico, según el momento histórico de los personajes (ver Fig.1 izq.).

Al ingresar a una sala de pronto los cuadros se caen (ver Fig.1 derecha) y se busca sorprender al jugador frente a la situación. El robot anuncia que ha ocurrido una anomalía de espacio-tiempo, y que eso no debería estar pasando. Se invita al jugador a tomar un rol protagónico, ya que es éste quien deberá viajar a través de portales para reparar la historia de la Informática. Así al usar cada portal se accede a un escenario completamente diferente, que muestra el contexto de uno de los personajes (según la sala y el portal por el que se viaje). En la primera sala se presentan a: Charles Babbage y Ada Lovelace (ver Fig.2 izquierda y derecha, que muestran respectivamente, el lugar de trabajo de Babbage y una sala de la casa de Ada); en la segunda sala a: Alan Turing, John Von Neumann y a Grace Hopper; finalmente, en la tercera sala: se debe recuperar parte de la historia a través de figuras como Linus Tovalds, Vinton Cerf y Jack Kilby. Al finalizar el recorrido, si el estudiante logró reparar todas las historias de los personajes recibe un premio y una felicitación, apelando a un tipo de feedback afectivo.



Fig. 1. Sala central del juego (*izquierda*) – b. Momento en que se produce la anomalía en sala 1 (*derecha*)



Fig. 2. Lugar de Trabajo de Charles Babbage con objetos para explorar. Se ve el robot también que acompaña el recorrido (*izquierda*). Sala de la casa de Ada Lovelace (*derecha*)

4.3 Las mecánicas y su relación con los objetivos de aprendizaje

El juego propone la interacción con un robot guía, que se lo puede ver en la Fig.3 (*izquierda*). Los audios del robot orientan y presentan parte de la historia y los conocimientos que buscan ser acercados a los estudiantes. Los relatos en audio son cortos para alcanzar la efectividad y la atención. Al mismo tiempo, se ha elegido acercar a los personajes inicialmente de una manera más vivencial, con algún relato que vincule al estudiante con ese personaje de forma afectiva. Por ejemplo, en el caso de Grace Hopper se recupera el origen del término “bug” como referencia a un error en el sistema. El estudiante tiene que atrapar el insecto que da origen al desperfecto en la máquina que estaba utilizando Hopper y que dio lugar a decir es un “bug”. Así cuando se viaja por el portal, la experiencia es exploratoria y vivencial, con componentes afectivos para lograr la vinculación con el personaje y buscar que el estudiante retenga algún pasaje de su historia. La experiencia en cada viaje implica explorar objetos con la mira para resolver el desafío. Los objetos al ser enfocados con la mira tienen un feedback, un breve audio del robot que dicen qué es el objeto, cómo se vincula con el personaje en cuestión. Una vez resuelto el desafío, se regresa por el mismo portal a la sala del museo y allí aparece un invento/aporte del personaje a la historia de la Informática que funciona como premio por haber reparado la historia. Al interactuar con este objeto, se despliega un relato más formal sobre lo que ese innovador ha aportado a la Informática. Así tanto las mecánicas utilizadas para resolver los desafíos como su posterior reparación, constituyen oportunidades para el aprendizaje, a partir del uso de niveles diferentes de procesamiento.

5 Experiencia con Innovática para su evaluación y resultados

El juego Innovática estaba planificado para ser utilizado durante 2020 con estudiantes del primer año de las carreras en Informática de la UNLP. Debido a la situación de la pandemia se ha realizado una experiencia a distancia con algunos estudiantes y docentes de diferentes contextos, con el fin de evaluar su usabilidad y aspectos relacionados con la experiencia y el aprendizaje.

5.1 Metodología utilizada

Para llevar a cabo la experiencia se seleccionaron algunos estudiantes y docentes de las carreras de la Facultad de Informática, y del entorno cercano a los creadores del juego, y se los invitó a participar. Se buscó incluir docentes para tener su punto de vista respecto de la aplicación, ya que posteriormente pueden ser los motores para integrar a Innovática al contexto educativo. Para ello se envió un mail con la presentación del juego, en el que se indicó su objetivo, el contexto en el que se desarrolló, instrucciones para su utilización y se dio el enlace para descargar la .apk. Además, se les solicitó que en forma posterior a usar Innovática, se responda a una encuesta en Google Form, para ello se envió su enlace en el mail.

La encuesta utilizada se estructuró con 4 ítems para indagar datos del participante como edad, género, si es estudiante o docente, el contexto en el que estudia o trabaja; tres ítems para conocer la satisfacción con la experiencia; 2 ítems vinculados con conocer qué personaje le gustó más y el otro para recuperar los aprendizajes que quedaron de las historias; finalmente se integran los 10 ítems para la evaluación de la usabilidad del juego, tomados del instrumento SUS (*System Usability Scale*) [22]. El cuestionario SUS provee un método fiable y rápido para la medición de usabilidad. Consiste en un cuestionario de 10 puntos con escala de 5 posibilidades desde “totalmente en desacuerdo” a “totalmente de acuerdo” (siendo su valor para analizar los resultados de 1 a 5, respectivamente). El puntaje promedio del cuestionario es 68. Eso significa que un puntaje SUS superior a 68 está por encima del promedio y por debajo de 68 está por debajo del promedio [22].

Un total de 15 participantes respondieron a esta invitación, con 60% de género masculino y 40% femenino, con 13 participantes con edades comprendidas entre 21 y 35 años, y solo 2 participantes superaban la edad de 35 años. De estos 9 son estudiantes, y el resto docentes.

5.2 Resultados

En relación a la pregunta de qué fue lo que menos les gustó del juego orientada a analizar aspectos deficientes de la experiencia de usuario, algunos participantes hicieron referencia a la navegación cuando se trabajaba sin las gafas y se usaba solo el celular en las manos. Esto se debe a que como la experiencia se llevó a cabo a distancia, algunos no tenían gafas y usaron solo el celular.

Respecto de lo que más les gustó del juego, los participantes hicieron referencia a las anécdotas y contextos de los personajes con comentarios como: “*El hecho de conocer datos curiosos o de color acerca de los innovadores. No fue como leer un artículo de wikipedia sino que también aprendí datos curiosos y divertidos*”; “*Los ambientes están muy bien logrados, se ven llamativos e interesantes, se pueden notar las distintas personalidades de los personajes históricos y el tiempo en el que vivían, te invita a ver todo el lugar, el guía es de mucha ayuda y no desentona con la experiencia*”. También se hizo referencia a las mecánicas elegidas para entretener y aprender, como un aspecto positivo: “*Me gusta la idea en sí de distraerte con viajes en el tiempo y salvar al mundo para enseñarte de cualquier tema en particular*”.

Cuando se les consultó por el personaje de preferencia, las historias más elegidas fueron las de Ada Lovelace y Alan Turing. Siguiendo por Linus Torvalds y Grace

Hopper. En la pregunta sobre qué recuerdan de las historias de los personajes se manifestaron mayormente, cuestiones que les habían llamado la atención como la historia del término “*bug*” (4 personas refirieron a esto), las personalidades de Babbage y Von Neumann, la historia de la tormenta de Kilby, y la ambientación de la casa de Ada.

En la pregunta respecto a qué tan complejo pareció el juego, 13 de los 15 calificaron 1, totalmente en desacuerdo con que sea complejo. Se alcanzó este resultado al haberse apuntado a mecánicas de interacción y un planteo temático sencillos. La persona puede introducirse en el juego sin una gran curva de aprendizaje. Estas mecánicas de interacción sencillas prueban su efectividad, esto se observa a partir de los 9 usuarios que calificaron con 5 al preguntarles si las funciones del juego están bien integradas. Otros 5 usuarios calificaron con un 4 en esta categoría, una opinión igualmente muy favorable. Cuando se les preguntó si la mayoría de la gente aprendería a usar este juego en forma rápida, 5 usuarios indicaron estar totalmente de acuerdo, y otros 7 usuarios calificaron con un 4, es decir están de acuerdo. En cuanto a ser necesaria la ayuda de una persona con conocimientos técnicos para poder utilizar el juego, 7 se consideran absolutamente en desacuerdo y otros 5 calificaron con un 2, es decir en desacuerdo. El juego se distribuye en la forma de un APK para Android, es decir, un instalador descargable. Esta es una manera común y reconocida de instalar aplicaciones en la actualidad, y el usuario promedio no encuentra problemas mayores para hacerlo. Es por esto que al preguntarles si necesitaron aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este juego, 12 estuvieron absolutamente en desacuerdo.

Finalmente, cuando se procesaron estos ítems correspondientes al SUS, según la metodología descrita en la sección 5, se obtuvo un promedio de 83.975, el cual está muy por encima del promedio, y se considera un resultado muy positivo respecto de la usabilidad.

Acknowledgments. Se agradece al Proyecto 11/F023 del III LIDI y al RTI2018-096986-B-C31: "Pergamex: pervasive gaming experiences for all".

6 Conclusiones y trabajos futuros

Este trabajo realiza un aporte a la investigación sobre el diseño de juegos serios basados en realidad virtual y sus posibilidades educativas. Se presenta un recorrido por aspectos relacionados al diseño, donde se consideran una variedad de componentes vinculados a los juegos y a la realidad virtual. Los antecedentes han permitido obtener elementos claves que fueron considerados para el diseño y creación de Innovática. Este juego ha posibilitado acercar a docentes y estudiantes participantes de la experiencia con Innovática, a figuras destacadas de la historia de la Informática. Los aspectos de diseño tenidos en cuenta han sido percibidos positivamente por los participantes, con un muy buen valor arrojado por el SUS en cuanto a la usabilidad de la aplicación. Si bien se ha trabajado con una muestra reducida, se abre la puerta para profundizar este estudio con nuevos destinatarios. Al mismo tiempo, se indagarán en más profundidad cuestiones como las estrategias

utilizadas para el recorrido (se sigue el recorrido ordenado por sala 1, 2 y 3 o uno de preferencia), qué impacto tienen las historias en los estudiantes, entre otros.

Referencias

1. Archuby F., Sanz C., Pesado P. Experience Analysis for the Use of Desafiate Serious Game for the Self-assessment of Students. Comm. in Comp. and Inf. Science, vol 1184. Springer, (2020)
2. Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., Wiemeyer, J. (eds.): Serious Games. Springer, Cham (2016). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1>
3. Kiili, K., Ketamo, H: Evaluating cognitive and affective outcomes of a digital game-based math test. IEEE Trans. Learn. Technol. **11**(2), 255–263 (2018)
4. Chittaro, L., Buttussi, F.: Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. a traditional education method in aviation safety. IEEE Trans. Visual Comput. Graphics **21**(4), 529–538 (2015)
5. Giannetti, C. (2005). Estética de la simulación como endoestética. En: Estética, ciencia y tecnología, creaciones electrónicas y numéricas. I. Hernández García.
6. Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. A Systematic Review of Virtual Reality in Education, Themes in Science & Technology Education. 85-119. (2017).
7. Chirinos, Y., Sanz, C., Rucci, A., Comparato, G., Gonzalez, G. y Dapoto, S. HUVI: una aplicación de RVI para acercar el patrimonio argentino. TEyET (2020).
8. Schott, C., Marshall, S. Virtual reality and situated experiential education: A conceptualization and exploratory trial. JCAL. (2018)
9. Faaborg, A. Designing for virtual reality and the impact on education. (2015)
10. Merchant, Z., Goetz, E., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, w., Davis, T. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis, Computers & Education, Volume 70, PP. 29-40, (2014)
11. Tsaramirsis, G., Buhari, S., AL-Shammari, K. O., Ghazi, S., Nazmudeen, M. S., & Tsaramirsis, K. Towards simulation of the classroom learning experience: Virtual Reality approach. In H. Mn (Ed.), 3rd Inter. Conference on Computing for Sustainable Global Development (pp. 1343–1346). (2016).
12. Ritz, Leah T. Teaching with CAVE virtual reality systems: Instructional design strategies that promote adequate cognitive load for learners. (2015)
13. González Sánchez, J. y Gutierrez Vela, F. Jugabilidad: caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos. Tesis doctoral de la Univ. Granada (2010).
14. Chirinos, Y., Sanz, C., y Almirón, M. Propuesta de Tesis Doctoral: Metodología para el diseño, desarrollo y evaluación de juegos serios con realidad virtual. Propuesta de tesis en desarrollo en la Facultad de Informática de la UNLP. (2020)
15. Usability First, Sitio web.
16. Normal, D. El Diseno Emocional: Por Que Nos Gustan (O No) los Objetos Cotidianos. Ed. Paidós. (2004)
17. Smith, C., Coleman, S. Using Labster to improve Bioscience student learning and engagement in practical classes, Royal Society of Biology. Univ. of Leicester. (2017)
18. Hilliker, H. A Guided Tour of Queen Nefertari's Tomb With a Docent in High Fidelity VR. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=yX_rDXOL2oA
19. Ferguson, C., van den Broek, E. y van Oostendorp, H. On the role of interaction mode and story structure in virtual reality serious games, Computers & Education, Volume 143, (2020), 103671, ISSN 0360-1315
20. Giannakos, M.. Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance (2013)
21. Kenwright, B.. Virtual Reality: Ethical Challenges and Dangers (2018)
22. Brooke, J. SUS: A Retrospective. Journal of Usability Studies. 8. 29-40. (2013).